



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :  B60C 23/06		A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/56606  (43) Date de publication internationale: 17 décembre 1998 (17.12.98)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01014</p> <p>(22) Date de dépôt international: 20 mai 1998 (20.05.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 97/07180 10 juin 1997 (10.06.97) FR</p> <p>(71) Déposant (<i>pour tous les Etats désignés sauf US</i>): DASSAULT ELECTRONIQUE [FR/FR]; 55, quai Marcel Dassault, F-92210 Saint Cloud (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et</p> <p>(75) Inventeurs/Déposants (<i>US seulement</i>): MORAND, Jean-François [FR/FR]; 14, rue de la Tour, F-75116 Paris (FR). SIRVEN, Jacques [FR/FR]; 34, rue de l'Orangerie, F-78000 Versailles (FR).</p> <p>(74) Mandataire: PLAÇAIS, Jean-Yves; Cabinet Netter, 40, rue Vignon, F-75009 Paris (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	
<p>(54) Titre: MONITORING A TYRE BY ACCELERATION MEASUREMENT</p> <p>(54) Titre: SURVEILLANCE D'UN PNEUMATIQUE PAR MESURE D'ACCELERATION</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention concerns a method for monitoring a running motor vehicle wheel tyre, and, in particular, a device comprising: a sensor (4) mounted on the wheel; coupling means (BVF2, BRF2) transmitting to the vehicle indications obtained from the sensor (4); and power supply means (BVF1, BRF1). The invention is characterised in that the sensor (4) is a miniature sensor sensitive to acceleration, implanted in the tyre running tread or in the proximity thereof. The coupling means, mounted on the wheel, transmit the indications relative to the measurements carried out when the running tread is in contact with the ground.</p> <p>(57) Abrégé</p> <p>L'invention concerne la surveillance en service de l'état d'un pneumatique d'une roue d'un véhicule. Elle propose à cet effet un procédé et, en particulier, un dispositif comprenant: un capteur (4) monté sur la roue, des moyens de couplage (BVF2, BRF2) pour transmettre au véhicule des indications tirées de ce capteur (4), et des moyens d'alimentation électrique (BVF1, BRF1). Selon l'invention, le capteur (4) est un capteur miniature sensible à l'accélération, implanté dans la bande de roulement du pneumatique ou au voisinage de celle-ci. Les moyens de couplage, montés sur la roue, transmettent alors des indications relatives aux mesures faites au moment où la bande de roulement est au contact du sol.</p>			
<p>The diagram illustrates the monitoring system for a vehicle tire. On the left, labeled 'VEHICLE VÉHICULE', is a power source (S1) connected to a voltage source (SVF1) and frequency source (RVF2). These feed into a receiver circuit (REC.) which includes a display (VISU). The REC. also has a connection to a ROM chip. On the right, labeled 'WHEEL RUE', is a wheel assembly. It features a sensor (4) mounted on the wheel, coupled via loops (BVF1, BRF1, BVF2, BRF2) to the vehicle's power source and receiver circuit. The wheel assembly also contains a ROM chip (121) and a display (ECR ASSEMBLY CIRCUIT). Various component numbers like 101, 102, 103, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 120, 111, 112, 121, 91, 92, and 130 are indicated throughout the circuit.</p> <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S1 - VOLTAGE SOURCE</li> <li>F1, F2 - FREQUENCY</li> <li>121 - READ ONLY MEMORY</li> <li>V1 - CHANNEL</li> <li>130 - DISPLAY</li> </ul>			

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publient des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lithuanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

Surveillance d'un pneumatique par mesure d'accélération.

L'invention concerne la surveillance en service de l'état  
5 d'un pneumatique d'une roue d'un véhicule.

Il s'agit d'un besoin fondamental: on sait les dégâts qui peuvent résulter par exemple du sous-gonflage d'un pneumatique et la gravité du contentieux qui peut en résulter.

10 De très nombreuses solutions ont été proposées, articulées le plus souvent sur des capteurs de pression, fréquemment incorporés à la valve du pneumatique, en tout cas accessibles du côté de la jante. Les contraintes applicables sont assez draconiennes, puisqu'il faut notamment respecter l'équilibrage de la roue. Or, pour être précis, les capteurs de pression sont généralement assez volumineux et lourds en particulier s'ils contiennent la source d'énergie. De plus, la mesure de pression (relative) nécessite une référence, qui  
15 est, en général, la pression atmosphérique fonction de l'altitude et demeure très sensible à d'autres paramètres, dont la température.  
20

Aucune des solutions actuelles n'est véritablement générale.  
25 En effet, le problème posé, déjà complexe, s'accompagne de la nécessité de transmettre l'information de la roue au véhicule, compte-tenu d'une rotation relative variable de la vitesse nulle à des vitesses très élevées. Tout cela se traduit par un prix prohibitif, hormis quelques exceptions,  
30 comme le cas des poids lourds.

La présente invention vient améliorer la situation.

Pour cela, il est proposé un procédé de surveillance en  
35 service de l'état d'un pneumatique d'une roue, caractérisé par les étapes consistant à:  
- prévoir dans le pneumatique, près de la bande de roulement, un capteur miniature sensible à l'accélération, et  
- surveiller les variations de la mesure de ce capteur, les  
40 mesures faites dans la zone où la bande de roulement est au

contact du sol étant liées à la taille de cette zone, et, par là, à l'état du pneumatique.

L'invention vise aussi un dispositif de surveillance en service de l'état d'un pneumatique d'une roue d'un véhicule, du type comprenant un capteur monté sur la roue, des moyens de couplage pour transmettre au véhicule des indications tirées de ce capteur, et des moyens d'alimentation électrique. Selon l'invention, le capteur est un capteur miniature sensible à l'accélération, implanté dans la bande de roulement du pneumatique ou au voisinage de celle-ci; et les moyens de couplage, montés sur la roue, transmettent des indications relatives aux mesures faites au moment où la bande de roulement est au contact du sol.

15

L'invention couvre également le pneumatique équipé en conséquence.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 illustre schématiquement un pneumatique, monté sur une roue, et en charge;
- la figure 2 illustre l'implantation d'un accéléromètre dans le pneumatique de la figure 1;
- la figure 3 illustre des circuits électroniques relatifs à un mode de réalisation de l'invention;
- la figure 4 illustre le mode d'échange d'informations entre la roue et le véhicule, ainsi que le passage de l'alimentation électrique;
- la figure 5 illustre la forme d'un pneumatique en charge;
- la figure 6 illustre schématiquement l'allure générale de l'accélération;
- les figures 7 (a et b) illustrent schématiquement une première forme d'accéléromètre applicable à l'invention;
- la figure 8 illustre la tension aux bornes du capteur piézo-électrique des figures 7 pour différentes vitesses de rotation en fonction de l'angle de roue;

- la figure 9 illustre la relation entre l'accélération vraie et la tension crête mesurée du fait du limiteur d'accélération des Figures 7;

5 - la figure 10 illustre schématiquement une seconde forme d'accéléromètre applicable à l'invention;

- les figures 11 (a et b) illustrent des réalisations des boucles de couplage incluses dans le pneumatique; et

- la figure 12 illustre les installations relatives des boucles et leur couplage.

10

Les dessins annexés sont, en majeure partie, de caractère certain, s'agissant notamment de formes. En conséquence, ils pourront non seulement servir à mieux faire comprendre la description, mais aussi contribuer à la définition de 15 l'invention, le cas échéant.

Sur la figure 1, une jante 2, munie de points de fixation 31 sur le moyeu, supporte un pneumatique 1 (supposé ici sans chambre à air), et la valve de gonflage (21) de celui-ci.

20

La figure 2 montre le pneumatique, avec l'un des flancs 11, et sa bande de roulement 10 vue en coupe. Celle-ci loge un accéléromètre 4, placé de préférence dans la chape du pneu ou à l'intérieur contre la nappe de renfort.

25

Le circuit électronique d'ensemble du mode de réalisation actuellement préféré apparaît sur la figure 3, avec des détails d'implantation en figure 4. Sur la figure 3, la partie située à gauche du trait tireté long est sur le 30 véhicule; celle de droite est sur la roue, plus précisément dans le pneumatique.

L'accéléromètre 4 est associé à un microcircuit électronique 5. Celui-ci peut être alimenté de diverses manières: pile, 35 récupération d'énergie mécanique, notamment.

On préfère ici prévoir une alimentation par couplage électrique, magnétique ou électromagnétique avec le véhicule. Il est prévu dans le pneumatique une boucle (ouverte) BRF1. Le

circuit d'ensemble ECR comprend un condensateur 61 pour l'accord de cette boucle sur la fréquence F1, et un redresseur à diode 65 et condensateur 66 pour stocker l'énergie et filtrer la tension. La tension obtenue alimente le circuit 5 de traitement des mesures du capteur 4.

Côté véhicule, une source S1 de tension alternative à la fréquence F1, de résistance interne 101, alimente un diviseur capacitif d'accord 102-103, puis une boucle BVF1, montée 10 (figure 4) pour être couplée avec la boucle BRF1 sur une partie de la périphérie du pneu. La taille de la boucle BVF1 peut correspondre à environ 1/10 du développement du pneu. L'illustration de la boucle BRF1 est ici séparée de la partie de la périphérie du pneu, pour qu'on la distingue de 15 la boucle BRF2, dont il sera question ci-après.

La figure 12 permet de mieux comprendre la position relative dans le pneumatique des boucles BFR1 et BRF2 associées au circuit ECR, dans un mode de réalisation.

20 La boucle BRF1 ainsi faite permet un couplage permanent de l'alimentation fournie par la boucle BVF1.

Une telle émission de l'ordre d'un Watt permet d'obtenir au 25 moins quelques milliwatts d'alimentation continue pour le circuit ECR, quelles que soient les positions relatives de la roue et du véhicule (suspension et direction, notamment).

On décrira maintenant le transfert des mesures. La sortie du 30 circuit de traitement 5 est une tension de fréquence F2 modulée, et appliquée à travers un diviseur capacitif d'accord 91-92 à une boucle BRF2 du pneu. Côté véhicule, une boucle BVF2 est munie de deux condensateurs 111-112 d'accord. Ceux-ci fournissent une sortie asymétrique, appliquée à un 35 circuit de réception et traitement 120. Outre la voie V1 provenant du pneumatique considéré, ce circuit 120 peut recevoir trois autres voies V2, V3 et V4 venant des autres pneumatiques. L'émission à partir des voies V1, V2, V3 et V4 vers le circuit de réception 120 peut se faire séparément ou

en parallèle. Un organe de visualisation 130 lui est associé, ou mieux le transfert de l'information se fait par l'intermédiaire du calculateur de bord relié à une visualisation intégrée.

5

De même, par symétrie, le couplage de la boucle BRF2 avec la boucle BVF2 est permanent.

Une émission par la boucle BRF2 de l'ordre d'un milliWatt  
10 permet d'obtenir quelques microwatts en sortie de la boucle  
BVF2 associée au véhicule. Ce niveau est largement suffisant  
pour traiter l'information, tout en demeurant suffisamment  
faible pour ne pas perturber l'environnement électromagnétique.

15

La fréquence F1 est par exemple comprise entre 10 et 200 kHz,  
de préférence vers 50 kHz. La fréquence F2 est choisie  
nettement différente pour éviter le couplage entre elles des  
boucles BRF1 avec BRF2, et BVF1 avec BVF2; F2 est de préférence  
20 plus élevée, vers 80 kHz par exemple.

Les boucles BRF1 ou BRF2 incluses dans le pneu sont bobinées  
de façon à permettre une élasticité longitudinale pour une  
mise en place aisée. Plutôt qu'un procédé de bobinage  
25 classique (Figure 11a), on crée une ondulation, comme le  
montre la figure 11b par exemple. En outre, pour assurer la  
tenue mécanique des boucles sur la durée de vie du pneu, il  
est avantageux d'utiliser du fil divisé pour la réalisation  
desdites boucles.

30

Les bobines peuvent être incorporées au pneu dans sa chape,  
au dessus de son armature (radialement vers l'extérieur),  
l'armature étant métallique ou non. Toutefois, ceci impose de  
prévoir les connexions à ces bobines au cours de la fabrication  
35 du pneu. Une variante intéressante (figure 12) consiste  
à placer les bobines sur le moule servant à la fabrication du  
pneu, lequel est alors implanté autour des bobines ; on peut  
alors obtenir une meilleure tenue mécanique (comportement  
élastique sous contraintes) des bobines, et leurs connexions

peuvent être soudées préalablement, l'ensemble bobines et circuit ECR formant un sous-ensemble modulaire.

La Demanderesse a également observé qu'aux fréquences considérées, il est avantageux d'utiliser des fils isolés, en particulier des fils dits de Litz (connus dans les bobinages des postes radio à modulation d'amplitude, ondes longues et/ou moyennes).

10 Le principe général de ces boucles est connu, et décrit notamment dans EP-A-551470. On pourrait d'ailleurs utiliser ces dernières boucles telles quelles, sous réserve de prévoir un branchement entre le pneu et lesdites boucles. De façon générale, et quel qu'en soit l'usage, le recours à des  
15 branchements (couplages électriques) n'est pas exclu de la présente invention. N'est pas exclu non plus le recours à des couplages par effets essentiellement magnétiques.

Sur la figure 5, un pneu de rayon R est animé d'une vitesse périphérique V. En charge, une zone BC de ce pneu, de longueur L, est au contact du sol.

Au point A, l'accélération radiale centrifuge est  $V^2/R$ . La Demanderesse a observé qu'entre les points B et C, par contre, l'accélération radiale centrifuge est sensiblement nulle, la vitesse différentielle du pneu par rapport au sol étant sensiblement nulle (sauf en cas de patinage, ce qui n'est pas un fonctionnement normal).

30 Par l'implantation d'un accéléromètre miniature dans le pneu, on peut donc détecter la zone BC. Le passage de l'accélération radiale - ou centrifuge, normale au sol - à une valeur sensiblement nulle, permet d'identifier temporellement l'ensemble de la zone BC. (Les points B et C pourraient 35 également être détectés en s'intéressant à des discontinuités de l'accélération tangentielle, dans le plan du sol. Il serait concevable d'utiliser en partie au moins cet effet).

On préfère actuellement traiter seulement l'accélération radiale, dont l'allure est donnée sur la figure 6. Pour différentes vitesses V1, V2 et V3, on obtient des accélérations  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  et  $\gamma_3$ . L'accélération est quasi nulle pendant 5 l'intervalle de temps TL, qui correspond au trajet de l'accéléromètre entre les points B et C. Elle est forte le reste du temps, dès que le véhicule atteint une vitesse de quelques kilomètres/heure. La période Tp de rotation du pneu est également donnée par les mesures. On en déduira aisément 10 la vitesse du véhicule, le diamètre de la roue étant connu (habituellement à mieux que 1%).

La longueur L est fonction:

15 a) - de la partie de la masse M du véhicule, ou charge de roue, qui est reportée sur la roue considérée,

20 b) - de la pression (différentielle, non absolue) du pneu, elle même fonction de la température et de la variation de la pression atmosphérique due principalement à l'altitude,

25 c) - de la vitesse tangentielle V, dans la mesure où la force centrifuge n'est pas compensée dans la zone BC d'appui au sol (il en résulte un phénomène de décalage vers le haut du pneu par rapport à la jante, observable en prises de vue à vitesse élevée).

Les facteurs a) et c) sont déterminables par un calcul aisément accessible à bord du véhicule. On en tire donc la 30 pression. Il est à remarquer que la loi reliant la longueur L à la vitesse V et à la charge de roue peut être tabulée pour le véhicule considéré, en fonction de la température ambiante. Aux faibles vitesses, l'effet de la charge de roue est prédominant; on peut donc affiner la prise en compte de 35 cette charge de roue, si nécessaire, ou comparer différemment les paires de roues Avant et Arrière, entre elles et de paire à paire.

Il suffit alors de mesurer et transmettre les durées TL et Tp du pneu au véhicule. Ceci peut se faire par une modulation analogique ou numérique de la porteuse F2 par les signaux d'accélération.

5

Il est aisé d'adjoindre au circuit 5 un circuit sensible à la température, par exemple une diode. L'information température est alors disponible, et peut être transmise avec l'information d'accélération.

10

Différents types de modulations analogiques peuvent convenir. Le plus simple est une modulation d'amplitude par le signal de la figure 6: on émet pendant les périodes TL. Des modulations beaucoup plus évoluées sont envisageables. Le cas échéant, la température est transmise par modulation de fréquence ou de phase de la porteuse F2.

En numérique, on peut mesurer les temps TL et Tp dans le circuit 5, en faire la moyenne avec une constante de temps appropriée, et transmettre ces mesures moyennes au véhicule. Le circuit 5 dispose d'une horloge pour créer la fréquence F2 dont la stabilité est compatible avec la bande d'accord des boucles. En outre, on peut utiliser la fréquence F1 de l'alimentation pour stabiliser ou caler cette horloge. Il a été observé expérimentalement qu'il apparaît une variation de la bande d'accord des boucles, mais cette variation reste suffisamment limitée pour ne pas gêner le fonctionnement. Cette horloge F2 sert, après division, à compter les durées TL et Tp. Et la moyenne se fait par simple accumulation d'un nombre de mesures prédéterminé, ou choisi en fonction de la qualité des mesures, par exemple. La porteuse transmet l'horloge de mesure. Le cas échéant, la température est transmise comme autre donnée.

Qu'il soit analogique ou numérique, ce circuit 5 est donc très simple, et peut avoir une faible consommation électrique.

Le principe d'un accéléromètre utilisable est illustré sur la figure 7A. Une masse  $m$  est solidaire d'une lame de ressort  $r$  encastrée en Q. Un capteur piézo-électrique PC est fixé à la partie inférieure de la lame de ressort; celle-ci, en se déformant sous l'effet de force centrifuge principalement concentrée dans la masse  $m$ , comprime le composant PC qui fournit la mesure, sous forme de tension (sans devoir être lui-même alimenté). Cette tension varie en fonction du temps et dépend de la vitesse, ainsi que de la constante de temps du circuit  $\rho C$  (capacité C shuntée par une résistance de fuite  $\rho$ , comme illustré en figure 7b).

On notera que les fortes accélérations ne sont pas intéressantes. Un écrêtage est donc réalisé entre les deux butées  $m_1$  et  $m_2$ . Il s'agit en fait d'un accéléromètre à seuil voisin de zéro, capable d'indiquer, en tout ou rien, si l'accélération est quasi-nulle ou non. Un amortissement convenable est prévu pour éviter le bruit produit par le choc de la masse  $m$  sur les faces du boîtier qui limitent la course donc écrète l'effet d'accélération.

Une variante est illustrée sur la figure 10. Un boîtier 180 forme une chambre "anéroïde", avec en partie supérieure une membrane métallisée 181, munie d'une masse 182. L'intérieur du boîtier est sous vide (non poussé), comme dans un baromètre mécanique. Une mesure de capacité CM est effectuée entre la masse 182, plan inférieur du boîtier, et la membrane 181. Pour cette mesure de capacité, on dispose de la source de fréquence F2, et par exemple, d'une capacité étalon. A l'arrêt, la mesure indique la pression du pneu, à la précision réduite qui suffit pour indiquer si le pneu est en état de rouler, ou non; en marche, au passage de la zone BC, la mesure varie brutalement, ce qui sert comme précédemment. Il est possible aussi d'écrêter la valeur de l'accélération en limitant comme plus haut la course de la masse 182.

Dans ce second mode de réalisation, on obtient donc un capteur combiné de pression et d'accélération. On peut naturellement utiliser des capteurs séparés.

Par ailleurs, au lieu de la mesure capacitive des déplacements de la membrane 181, on peut prévoir d'autres techniques, par exemple quatre jauge de contraintes montées en pont sur la membrane.

5

Quel que soit son mode de réalisation mécanique, le capteur va présenter une fréquence propre (résonance). Quant au pneu, il est également le siège de phénomènes périodiques (à court terme), dont la périodicité de rotation de la roue, qui 10 correspond à des fréquences allant de 0 à la centaine de Hertz (50 tours de roue par seconde font de l'ordre de 100 mètres par seconde, soit 360 Km/heure). On choisira la fréquence propre du capteur à l'extérieur de cette bande, et/ou on s'en servira pour améliorer la qualité de la réponse 15 en fonction de la période de rotation de la roue, donc de la vitesse du véhicule.

La Demanderesse a observé que la transmission par les boucles BRF1 et BVF1 (et/ou BRF2 et BVF2) peut aisément être rendue 20 bi-directionnelle. Il est alors intéressant d'ajouter une mémoire non volatile 121, de type epROM ou eepROM au circuit dans le pneu. En augmentant temporairement, si besoin est, la puissance d'alimentation, le circuit 5 pourra inscrire dans 25 cette mémoire des informations qui lui reviennent de l'unité 120, par exemple:

- nombre de tours de roue sur un temps T, qui correspond au nombre de kilomètres effectués par le pneu sur le temps T,
  - nombre de tours de roue ou de kilomètres effectués en sous gonflage,
  - 30 - vitesse maximum rencontrée, éventuellement dans la mesure où elle dépasse les spécifications prévues pour le pneu,
  - durée d'une baisse de pression, pour vérifier si le pneu n'a pas été utilisé en dehors de ses spécifications,
  - durée d'une surcharge.
- 35 Ces quantités peuvent être enregistrées en valeurs ponctuelles et/ou en cumul. Les calculs requis peuvent être conduits dans le calculateur de bord du véhicule, ou bien, la puissance de traitement (calcul) requise étant faible, dans le processeur logé dans le pneu. Dans ce dernier cas, le

véhicule indique simplement au pneu le moment où il faut faire ces opérations (synchronisation), en lui fournissant le complément d'énergie requis, si nécessaire.

5 Si les calculs sont faits à bord du véhicule, on peut par exemple (Figure 3) prévoir un modulateur 109 en aval de la résistance 101, et, côté réception, une liaison par résistance série 67, et capacité parallèle 68 vers la masse, partant de l'une des bornes de la bobine BRF1 pour aboutir à  
10 une entrée de données (à cadence lente) de l'unité 5.

On obtient ainsi une sorte de "fiche historique" incorporée au pneu lui-même, avec éventuellement une copie-image à bord du véhicule. L'inscription dans cette fiche peut être déclenchée automatiquement, avantageusement à l'arrêt du véhicule (coupure du contact par exemple), et/ou à son redémarrage. La mise à jour de la fiche historique se fait ainsi à chaque utilisation du véhicule. Un avantage important de l'inscription dans le pneumatique est le suivant: il suffit de disposer du pneumatique pour pouvoir suivre son évolution propre, indépendamment de la roue et du véhicule.  
15  
20

La commutation du circuit 5 en réception sur la boucle BRF2 se fait de préférence par l'apparition d'une surtension appliquée sur la boucle BVF1. Cette surtension est actuellement jugée très avantageuse pour avoir une énergie suffisante à une bonne inscription en mémoire des paramètres transmis du véhicule vers la roue concernée. Un circuit semblable à celui utilisé sur le véhicule pour une roue peut servir de banc de test pour lire les inscriptions mises en mémoire dans le pneumatique et en assurer la gestion.  
25  
30

De même, l'interaction des boucles BRF2 et BVF2 peut être utilisée à d'autres fins que l'alimentation électrique. On peut par exemple superposer à l'alimentation une horloge, une référence de temps, ou un autre signal utile.  
35

Dans certaines applications au moins, il serait envisageable d'utiliser les mêmes boucles pour l'alimentation et la

transmission des données, du fait que les boucles sont bidirectionnelles, et/ou que la transmission des données se fasse en modulation par absorption de l'alimentation (l'appel de puissance est plus ou moins grand en fonction d'un signal binaire à transmettre). Sur un autre plan, et dans une version très simple, on pourrait utiliser un accéléromètre à seuil qui actionne directement un contact électrique (ce dernier commandant éventuellement l'absorption de puissance, si l'on combine ceci aux variantes précédentes).

Revendications

1. Procédé de surveillance en service de l'état d'un pneumatique (1) d'une roue, caractérisé par les étapes consistant  
5 à:
  - prévoir dans le pneumatique (1), près de la bande de roulement (10), un capteur miniature (4) sensible à l'accélération ( $\gamma$ ), et
  - surveiller les variations de la mesure de ce capteur (4),  
10 les mesures faites dans la zone (BC) où la bande de roulement est au contact du sol étant liées à la taille de cette zone (BC), et, par là, à l'état du pneumatique (1).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que  
15 le capteur (4) est disposé pour être sensible à l'accélération radiale ( $\gamma$ ).
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on repère le moment (TL) où la bande de roulement (10) est au contact du sol par une variation  
20 sensible de l'accélération ( $\gamma$ ).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on détecte également la période (Tp) des  
25 moments où la bande de roulement (10) est au contact du sol, qui est liée à la vitesse de rotation (V) de la roue.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une partie au moins des mesures (TL, Tp)  
30 est transmise au véhicule par couplage électrique, magnétique ou électro-magnétique.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les mesures (TL, Tp) portent au moins  
35 sur la période des phases d'accélération faible, et sur la fraction de cette période qu'elles occupent.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le capteur (4) est alimenté par une pile également logée dans le pneumatique (1).

5 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le capteur est alimenté par couplage électrique, magnétique ou électro-magnétique (BVF1, BRF1).

10 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on prévoit en outre dans le pneumatique (1) un capteur miniature de pression (180).

15 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on prévoit en outre un banc de test capable de lire des inscriptions mises en mémoire dans le pneumatique (1) après démontage de celui-ci.

20 11. Dispositif de surveillance en service de l'état d'un pneumatique (1) d'une roue d'un véhicule, du type comprenant:  
- un capteur (4) monté sur la roue,  
- des moyens de couplage (BVF2, BRF2) pour transmettre au véhicule des indications tirées de ce capteur (4), et  
- des moyens d'alimentation électrique (SVF1, BVF1, BRF1),  
25 caractérisé en ce que le capteur (4) est un capteur miniature sensible à l'accélération ( $\gamma$ ), implanté dans la bande de roulement (10) du pneumatique (1) ou au voisinage de celle-ci, et en ce que les moyens de couplage, montés sur la roue, transmettent des indications (TL, Tp) relatives aux mesures faites au moment où la bande de roulement (10) est au contact  
30 du sol.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le capteur (4) est disposé pour être sensible à l'accélération radiale ( $\gamma$ ).  
35

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le capteur (4) est agencé pour écrire les accélérations radiales ( $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ) vers l'extérieur.

14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que le capteur (4) comporte des moyens sensibles à la pression, sur lesquels s'appuie un organe flexible métallisé (r), ainsi qu'une masse (m) solidaire de cet organe (r).

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits moyens sensibles à la pression comprennent un boîtier fermé (180) sous vide portant ledit organe flexible (181).

16. Dispositif selon l'une des revendications 14 et 15, caractérisé en ce que lesdits moyens sensibles à la pression comprennent un élément piézoélectrique (PC).

15  
17. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 16, caractérisé en ce que les moyens de couplage comprennent un micro-circuit électronique (5) relié au capteur, et propre à mettre en forme une partie au moins des mesures de celui-ci, 20 et des moyens de transmission (RVF2,BVF2,BRF2) des mesures mises en forme par ce circuit électronique (5).

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que les moyens de transmission (RVF2,BVF2,BRF2) comprennent 25 une boucle ouverte (BRF2) accordée incorporée au pneumatique (1), couplée à une boucle accordée homologue (BVF2) montée sur le véhicule.

19. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 18, 30 caractérisé en ce que les moyens d'alimentation comprennent une boucle ouverte (BRF1) accordée incorporée au pneumatique (1), couplée à une boucle accordée homologue (BVF1) montée sur le véhicule.

35 20. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 19, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un autre capteur miniature (180), en particulier sensible à la pression, également monté dans le pneumatique (1).

21. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que le pneumatique (1) comprend en outre une mémoire non volatile (121), et en ce que le circuit électronique (5) comprend des moyens aptes à inscrire dans 5 cette mémoire (121) des données historiques relatives aux conditions subies par le pneumatique (1).
22. Dispositif selon la revendication 21, prise en combinaison avec la revendication 17, caractérisé en ce que les 10 moyens de transmission (BVF2, BRF2, RVF2) sont réciproques, et en ce que lesdites données historiques sont inscrites après traitement à bord du véhicule.
23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce 15 que la puissance délivrée par les moyens d'alimentation (SVF1) est temporairement accrue lors de l'inscription des données historiques.
24. Pneumatique équipé d'au moins un capteur (4) et des 20 circuits électroniques, selon l'une des revendications 11 à 23.

1/5

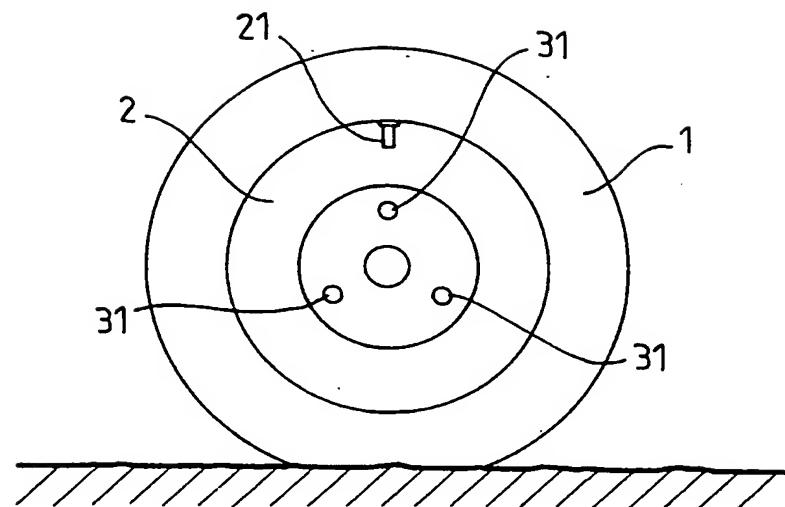


FIG.1

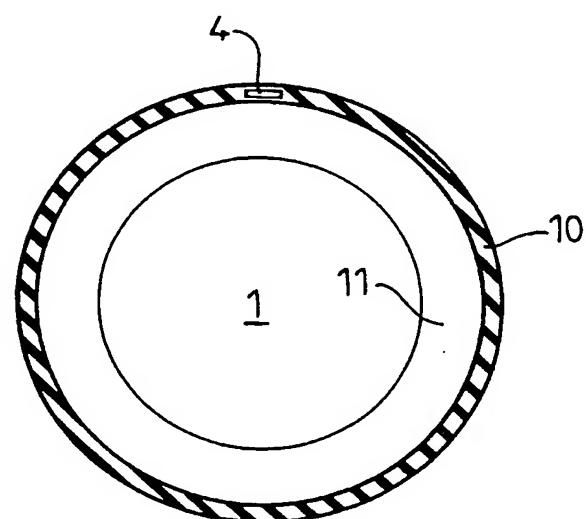


FIG.2

2/5

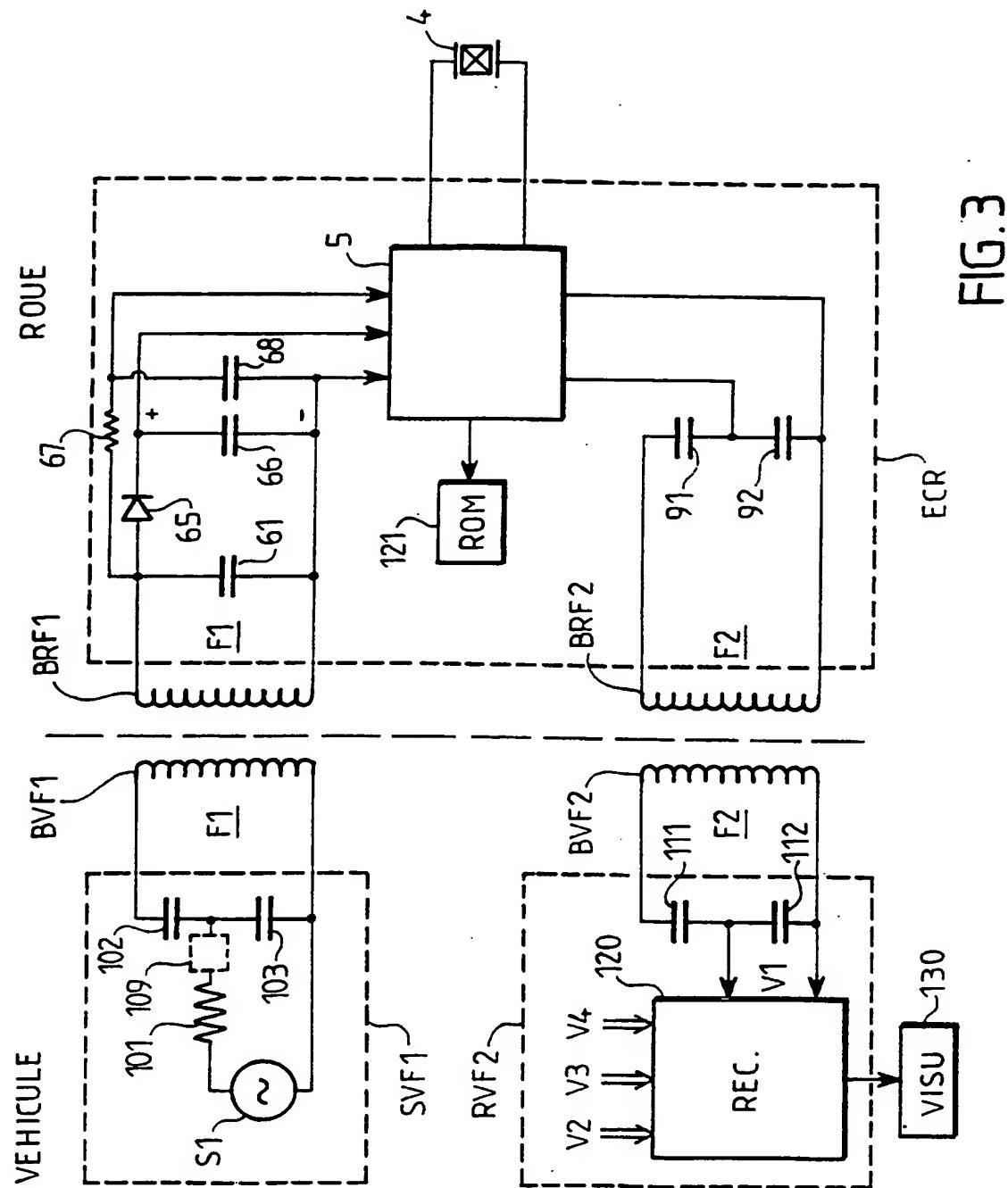


FIG. 3

3/5

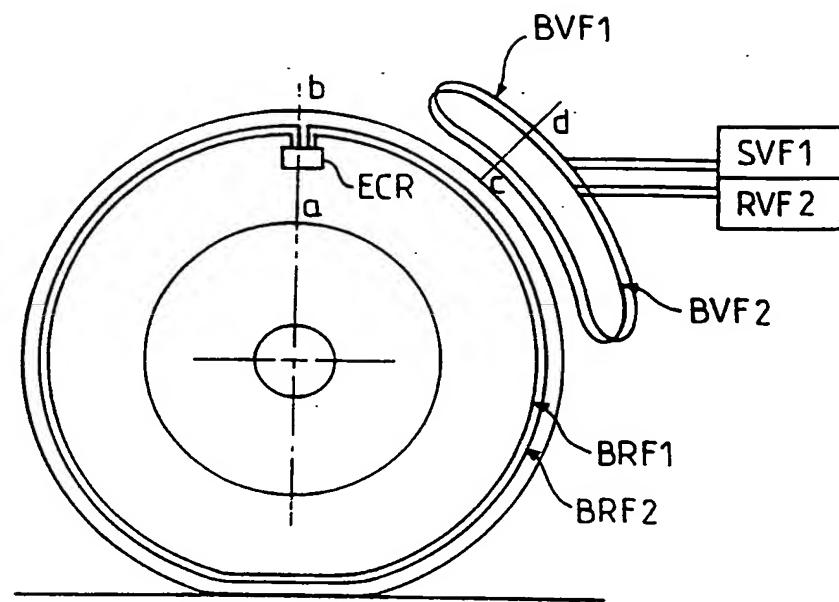


FIG.4

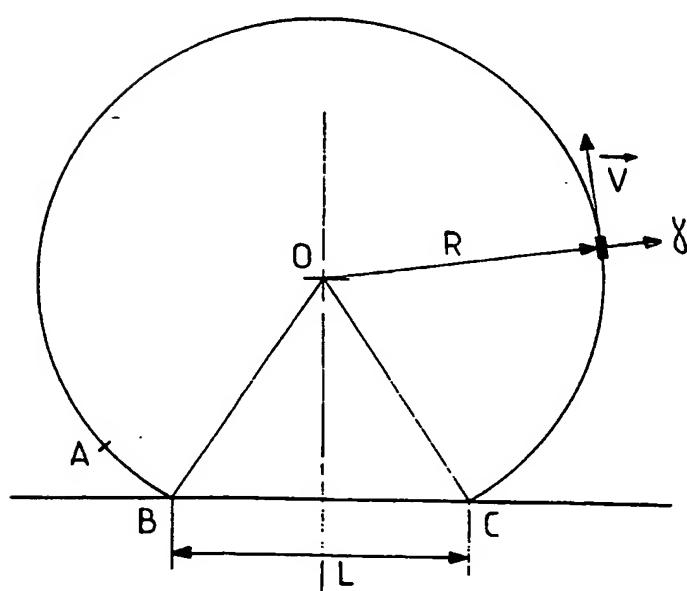


FIG.5

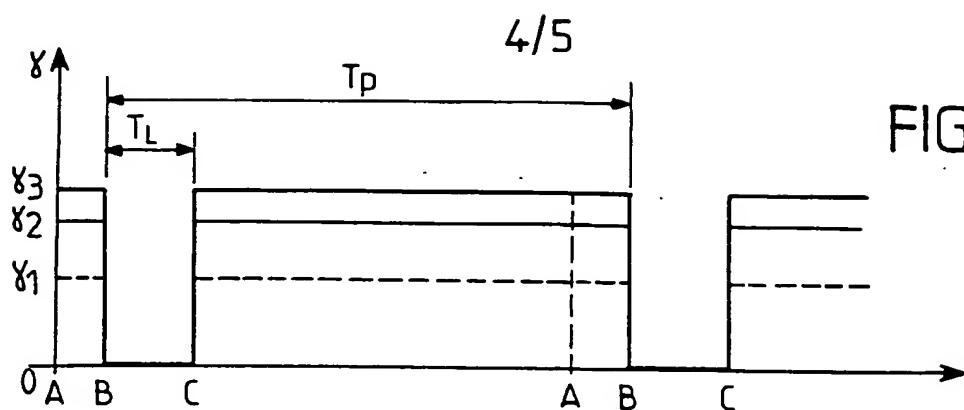


FIG. 6

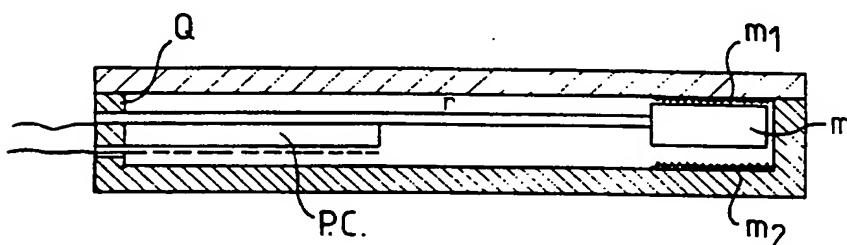


FIG. 7a

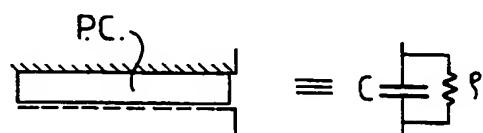


FIG. 7b

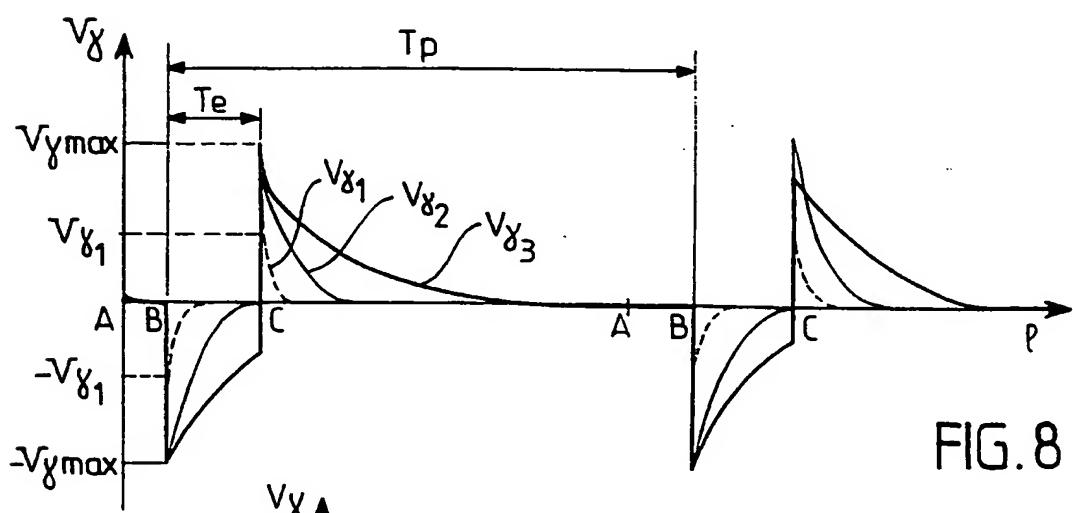


FIG. 8

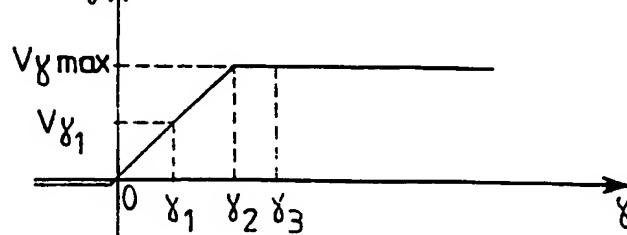


FIG. 9

5/5

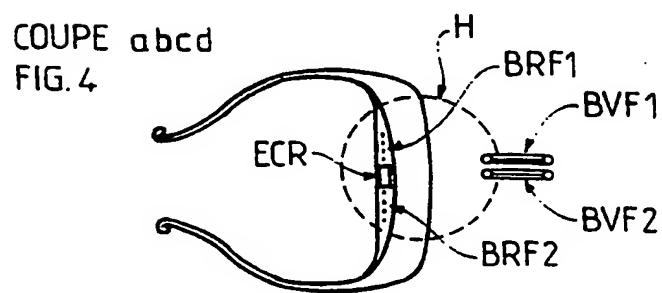
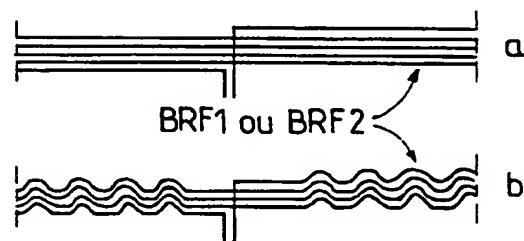
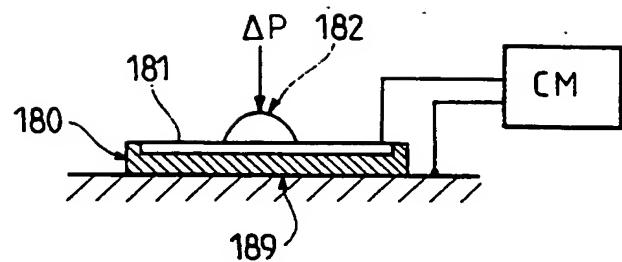


FIG.12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No  
PCT/FR 98/01014

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 B60C23/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 197 813 A (RENAULT) 15 October 1986 see page 5, paragraph 2; figure 4 see page 7, last paragraph - page 8, paragraph 1; figure 9 see page 7, line 30 - line 36; figures ---	1
A	EP 0 641 679 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 8 March 1995 see column 3, line 33 - line 53; figures ---	1
A	WO 93 25400 A (SAAB SCANIA COMBITECH AB ;OLSSON LARS J (SE)) 23 December 1993 see page 9, last paragraph - page 10, paragraph 1; figures ---	1
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the International search report
4 September 1998	10/09/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Hageman, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No PCT/FR 98/01014
--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 307 044 A (JESSOP JOHN MICHAEL) 14 May 1997 see page 6, line 1 - page 7, line 9 see page 8, line 7 - page 9, paragraph 2; figures -----	1,10,21, 22
A	US 4 578 992 A (GALASKO PHILIP E ET AL) 1 April 1986 see column 3, line 28 - line 41; figure 1 -----	8,11
A	"PIEZOELECTRIC POWERED (BATTERYLESS) RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION TAG FOR TIRES" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 39, no. 8, August 1996, page 245/246 XP000638201 -----	21
A	EP 0 563 713 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 6 October 1993 see column 4, line 24 - line 43; figures -----	8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

National Application No	
PCT/FR 98/01014	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0197813	A	15-10-1986	FR DE	2579324 A 3661247 A		26-09-1986 29-12-1988
EP 0641679	A	08-03-1995	DE DE US	4329591 A 59404812 D 5546070 A		09-03-1995 29-01-1998 13-08-1996
WO 9325400	A	23-12-1993	EP	0643647 A		22-03-1995
GB 2307044	A	14-05-1997	WO	9717218 A		15-05-1997
US 4578992	A	01-04-1986	EP ZA	0202375 A 8503882 A		26-11-1986 27-11-1985
EP 0563713	A	06-10-1993	JP	6012591 A		21-01-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Ande internationale No  
PCT/FR 98/01014

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
**CIB 6 860C23/06**

Salon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

**CIB 6 B60C**

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 197 813 A (RENAULT) 15 octobre 1986 voir page 5, alinéa 2; figure 4 voir page 7, dernier alinéa - page 8, alinéa 1; figure 9 voir page 7, ligne 30 - ligne 36; figures ---	1
A	EP 0 641 679 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 8 mars 1995 voir colonne 3, ligne 33 - ligne 53; figures ---	1
A	WO 93 25400 A (SAAB SCANIA COMBITECH AB ;OLSSON LARS J (SE)) 23 décembre 1993 voir page 9, dernier alinéa - page 10, alinéa 1; figures ---	1
	-/-	

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "8" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 septembre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/09/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patenttaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hageman, L

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale No  
PCT/FR 98/01014

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 307 044 A (JESSOP JOHN MICHAEL) 14 mai 1997 voir page 6, ligne 1 - page 7, ligne 9 voir page 8, ligne 7 - page 9, alinéa 2; figures ----	1, 10, 21, 22
A	US 4 578 992 A (GALASKO PHILIP E ET AL) 1 avril 1986 voir colonne 3, ligne 28 - ligne 41; figure 1 ----	8, 11
A	"PIEZOELECTRIC POWERED (BATTERYLESS) RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION TAG FOR TIRES" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 39, no. 8, août 1996, page 245/246 XP000638201 ----	21
A	EP 0 563 713 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 6 octobre 1993 voir colonne 4, ligne 24 - ligne 43; figures -----	8

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Indice Internationale No

PCT/FR 98/01014

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0197813	A	15-10-1986	FR	2579324 A	26-09-1986
			DE	3661247 A	29-12-1988
EP 0641679	A	08-03-1995	DE	4329591 A	09-03-1995
			DE	59404812 D	29-01-1998
			US	5546070 A	13-08-1996
WO 9325400	A	23-12-1993	EP	0643647 A	22-03-1995
GB 2307044	A	14-05-1997	WO	9717218 A	15-05-1997
US 4578992	A	01-04-1986	EP	0202375 A	26-11-1986
			ZA	8503882 A	27-11-1985
EP 0563713	A	06-10-1993	JP	6012591 A	21-01-1994